

12 Mantenimiento eléctrico



Vamos a aprender

1. Tipos de mantenimiento
2. Verificaciones e inspecciones iniciales previas a la puesta en servicio de una instalación
3. Mantenimiento preventivo
4. Mantenimiento correctivo. Averías tipo
5. Mantenimiento mediante termografía

PRÁCTICA PROFESIONAL RESUELTA

Montaje de un entrenador de averías y ensayos

Resultados de aprendizaje

- Monta circuitos eléctricos básicos interpretando documentación técnica.
- Mantiene instalaciones interiores aplicando técnicas de mediciones eléctricas y relacionando la disfunción con la causa que la produce.
- Cumple las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, identificando los riesgos asociados, las medidas y equipos para prevenirlos.

Mantenimiento eléctrico

1. Tipos de mantenimiento

Hasta este momento, hemos estudiado las distintas posibilidades, necesidades y modalidades de llevar a cabo una instalación eléctrica en diferentes tipos de edificios. Un adecuado trabajo de mantenimiento, en cualquiera de las modalidades que se describen a continuación, no solo va a ahorrar dinero y complicaciones al cliente, sino también al operario. Tras una correcta instalación, ocuparnos de su mantenimiento a lo largo del tiempo es fundamental. En el ámbito del sector industrial, existen tres tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento, en función del momento en que se realizan:

- **Mantenimiento predictivo:** basado en la detección de un fallo antes de que se produzca. Un ejemplo sería la comprobación de resistencia de aislamiento en motores antes de una campaña, sustitución de una lámpara al final de su vida útil, etc. Aquí se encuadran las **verificaciones e inspecciones iniciales previas a la puesta en servicio** de una instalación, según recoge el REBT en su ITC-BT-05.
- **Mantenimiento preventivo:** basado en prever los fallos y desgastes de los equipos de forma periódica. Un par de ejemplos serían la localización periódica de puntos calientes en cuadros eléctricos o la comprobación periódica de puestas a tierra. Aquí se incluyen las **inspecciones periódicas** recogidas igualmente en la ITC-BT 05.
- **Mantenimiento correctivo:** este mantenimiento tiene lugar cuando ocurre un fallo o avería. Un ejemplo puede ser el cambio de un motor o de un automático cuando se ha quemado. Trae consigo paradas no previstas en el proceso productivo; por tanto, acarrea costos no presupuestados.

2. Verificaciones e inspecciones iniciales previas a la puesta en servicio de una instalación

Al ejecutar una instalación, el **instalador** es a todos los efectos el máximo responsable de la ejecución y verificación inicial de la misma. Además, y según la ITC-BT 05, las instalaciones recogidas en la siguiente tabla deberán ser objeto de inspección inicial por un **Organismo de Control Autorizado (OCA)** previamente a ser tramitadas ante el órgano competente de la comunidad autónoma.

Instalaciones eléctricas que necesitan una inspección inicial antes de su puesta en marcha
Instalaciones que precisan proyecto con una potencia instalada superior a 100 kW
Locales de pública concurrencia
Locales con riesgo de incendio y explosión de clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas
Locales mojados con potencia instalada superior a 25 kW
Piscinas con potencia superior a 10 kW
Quiórfanos con potencia instalada superior a 10 kW
Instalaciones de alumbrado exterior con potencia instalada superior a 5 kW

Tabla 12.1.

Recuerda

Los medios técnicos requeridos por el REBT al instalador electricista autorizado se hallan recogidos en la unidad 5.

En el caso de que la OCA emita un informe desfavorable, el instalador deberá llevar a cabo los trabajos pertinentes para regularizar el estado de la instalación. Por todo esto, es importante para el instalador autorizado conocer y dominar las pruebas que reglamentariamente deben llevarse a cabo para comprobar la conformidad de la instalación eléctrica, según el REBT 2002.

Las verificaciones iniciales son realizadas por el instalador, mientras que las inspecciones iniciales las efectúan las OCA. Sin embargo, tanto las verificaciones como las inspecciones constan de las mismas pruebas y ensayos. Ambas comprenden dos fases diferentes, que explicamos a continuación.

2.1. Verificación por examen

Su finalidad es comprobar visualmente que el material eléctrico instalado cumple las prescripciones de seguridad, y se ha seleccionado e instalado correctamente. Debe comprender, entre otras, la verificación de las medidas de protección contra los choques eléctricos por contacto directo o indirecto, la presencia de barreras cortafuegos, la utilización de envoltorios apropiados, el empleo de secciones y protecciones calibradas, la identificación de conductores y circuitos, la existencia y disponibilidad de esquemas, la correcta ejecución de las conexiones de los conductores, etc.



Figura 12.1. Anomalías que deben ser detectadas en la verificación por examen.

2.2. Verificaciones mediante medidas o ensayos

Una vez efectuada la verificación por examen, se procede a los ensayos, empleando para ello los instrumentos de medida exigidos al instalador autorizado, según la ITC-BT 03 del REBT de 2002.

2.2.1. Medida de la continuidad de los conductores de protección

El objetivo es garantizar que no se han producido desperfectos, cortes u omisiones en el cableado durante la instalación. Con esta medida, comprobamos igualmente la continuidad de neutro y fase.

La medida se realiza sin tensión, abriendo en el cuadro el interruptor automático correspondiente al circuito a medir; posteriormente, se cortocircuitan fase, neutro y tierra, y se procede a medir la resistencia (de dos en dos) de dichos conductores desde las diferentes tomas de corriente del circuito. Se utiliza un multímetro (en la función ohmímetro). Pequeños valores de resistencia ($0,5 \Omega - 2 \Omega$) indican que existe continuidad, mientras que valores de resistencia elevados (superiores a $1 \text{ M}\Omega$) indican que existe un fallo en la instalación. Esta medida puede realizarse igualmente desde el cuadro

eléctrico, cortocircuitando en las tomas de corriente, si bien es más rápido el primer procedimiento mostrado en la figura 12.2.

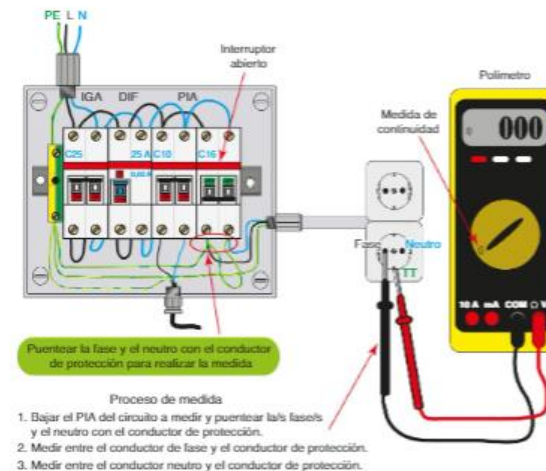


Figura 12.2. Medida de continuidad de los conductores de protección.

2.2.2. Medida de la resistencia de puesta a tierra (p.a.t.)

La resistencia de p.a.t. tiene tres componentes principales:

- Resistencia del electrodo, que es despreciable.
- Resistencia de contacto entre el electrodo y el suelo. Se puede despreciar si el electrodo está exento de cualquier cubierta aislante (pinturas, grasa, etc.) y si la tierra está bien compactada en la zona de contacto de sus paredes.
- Resistencia de la tierra circundante. Es realmente el componente que influye en el valor de la resistencia de una p.a.t. y depende básicamente de la resistividad del terreno.

Como ya se vio en la unidad 7, la medida se efectúa con un aparato denominado telurómetro (que incluye 2 picas auxiliares). Para realizar la medida, debe desconectarse la toma de tierra de la instalación en el borne principal de tierra y clavar en el terreno las picas auxiliares, de forma que los tres electrodos queden alineados y separados entre sí unos 10 metros, según muestran las figuras 7.44 y 7.45.

Es conveniente realizar 3 medidas con las picas auxiliares en distintos puntos, debiendo obtener valores similares; en caso contrario, se procederá a aumentar la distancia entre las picas auxiliares y repetir las medidas.

La resistencia de tierra vendrá dada por la expresión:

$$R_{\text{tierra}} = \frac{V_{\text{contacto}}}{I_{\text{sensibilidad del diferencial}}}$$

Recuerda

El cometido de la p.a.t. es limitar la tensión que, en caso de defecto, pueda aparecer en aquellas masas conductoras accesibles de la instalación, así como asegurar la actuación de las protecciones ante contactos indirectos por corte automático en la alimentación.

Recuerda

Las tensiones de contacto máximas permitidas son **24 V** para emplazamientos conductores y **50 V** para emplazamientos secos.



Recuerda

Cuando el emplazamiento no permite clavar las picas auxiliares, se recurre a envolver las picas auxiliares en bayetas mojadas con agua salada.

Para una tensión de contacto de 50 V y una sensibilidad de 30 mA, obtendríamos una resistencia de tierra de 1666 ohmios; sin embargo, es conveniente dejarla muy por debajo de este valor para facilitar mayor celeridad en la desconexión del diferencial.

2.2.3. Medida de la resistencia de aislamiento de los conductores

Dado que todos los aislantes presentan alguna intensidad de fuga, esta medida tiene como finalidad comprobar la integridad de dichos aislantes. Su verificación ayuda a eliminar la posibilidad de un cortocircuito o de una derivación a tierra.

Para realizar esta medida, se emplea un **medidor de aislamiento** que, a través de dos puntas, proporciona una tensión continua. Esta tensión de ensayo vendrá dada por la tensión nominal de la instalación.

La siguiente tabla muestra las tensiones de ensayo:

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo CC (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) Muy Baja Tensión de Protección (MBTP)	250	$\geq 0,25$
Inferior o igual a 500 V, excepto caso anterior	500	$\geq 0,5$
Superior a 500 V	1000	$\geq 1,0$

Tabla 12.2. Resistencia mínima de aislamiento de una instalación, en función de su tensión nominal y su tensión de ensayo.

Se realizan sin tensión de alimentación, y preferentemente en los cuadros de distribución.

Las medidas de resistencia de aislamiento a realizar son las siguientes:

Entre los conductores activos respecto al conductor de protección

- Se unirán los conductores activos entre sí y al **polo +** del medidor.
- Se unirá el conductor de protección al **polo -** del medidor. Se dejarán los receptores conectados y sus mandos en posición de paro.
- Los dispositivos de interrupción aguas abajo (interruptores, fusibles y diferenciales) se situarán en posición normal de funcionamiento.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la **tabla 12.2**. Si el valor obtenido no es admisible, habrá que ir probando cada conductor activo por separado respecto al conductor de protección.

Entre conductores activos

La medida entre conductores activos se realizará siguiendo un procedimiento similar, tomando los conductores activos dos a dos.

Esta medida es válida para instalaciones que no excedan los 100 metros. Cuando la longitud de la instalación exceda de este valor y pueda fraccionarse (por seccionamiento o desconexión) en partes de aproximadamente 100 metros, cada una de las partes en las que la instalación ha sido fraccionada debe presentar la resistencia de aislamiento correspondiente, según la **tabla 12.2**.

Cuando esta longitud sea superior a los 100 m y no pueda separarse en tramos, el valor mínimo admisible de la resistencia de aislamiento será el indicado en la tabla dividido por la longitud total expresada en hectómetros.

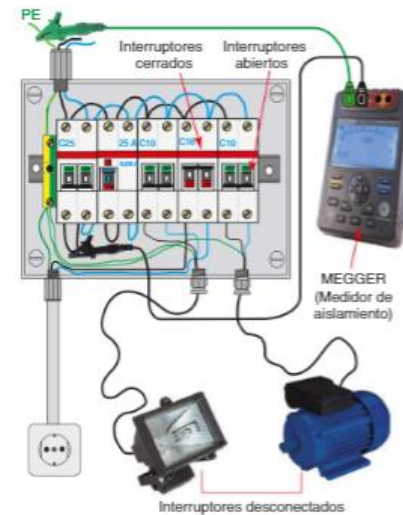


Figura 12.3. Medida de resistencia de aislamiento entre conductores activos y conductor de protección.

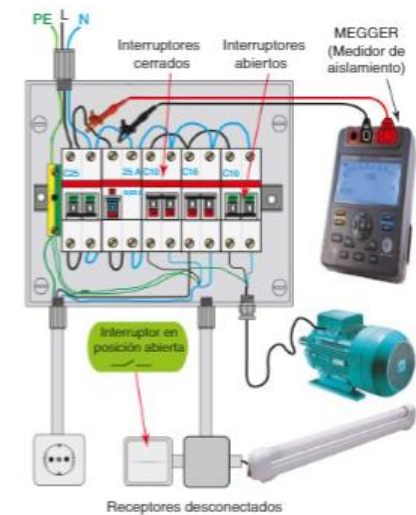


Figura 12.4. Medida de resistencia de aislamiento entre conductores.

Cuando la resistencia de aislamiento obtenida sea inferior al valor mínimo que le corresponde según la **tabla 12.2**, se admitirá que la instalación es correcta; si, desconectados los receptores, la instalación presenta la resistencia de aislamiento que le corresponda y cada receptor presenta una resistencia de aislamiento por lo menos igual al valor señalado por la **Norma UNE** que le concierna o en su defecto menor de 0,5 MΩ, también será correcta. El procedimiento de medida, en este caso, es el indicado en la **figura 12.5**.

2.2.4. Medida de la resistencia de aislamiento de suelo y paredes

Esta medida tiene su ámbito de aplicación en locales o emplazamientos no conductores; por ejemplo, quirófanos o salas de intervención. Se considera suelo o pared no conductor aquel suelo no susceptible de propagar potenciales, presentando una resistencia igual o superior a:

- 50 kΩ si la tensión nominal de la instalación es inferior a 500 V.
- 100 kΩ si es superior a 500 V e inferior a 1000 V.

Se utilizará para esta medida un **medidor de aislamiento** similar al descrito anteriormente, con una de las puntas de medida unida a un electrodo con las características indicadas en la **figura 12.6** y la otra punta unida al conductor de protección de la instalación. Antes de efectuar las medi-



Figura 12.5. Medida de aislamiento de un receptor.

Saber más

Para medir la resistencia de suelo y paredes, la ITC-BT 01 contempla un método alternativo que se realiza con tensión y en el que se utiliza un electrodo de las mismas características que el ya descrito y un voltímetro de resistencia interna no inferior a 3 K Ω .



(1) El electrodo utilizado es una placa metálica cuadrada de 250 mm de lado y un papel de tela hidrófila, mojada y escurrida, que se coloca entre la placa y la superficie a ensayar. También puede utilizarse un triángulo metálico equilátero de 5 mm de grosor.

Figura 12.6. Medida de resistencia de paredes y suelos.

Esta prueba debe verificarse al menos en 3 puntos del mismo local: uno situado aproximadamente a 1 m de un elemento conductor accesible, y las otras dos medidas se efectuarán a distancias superiores.

2.2.5. Medida de la rigidez dieléctrica

Esta prueba mide la corriente de fuga a través del aislamiento de la instalación cuando esta se somete a una tensión de aproximadamente 1500 V. Sus características se establecen en la ITC-BT 19. Sin embargo, de momento, esta medida no merece la atención del instalador, ya que su procedimiento no está definido totalmente en la Norma EN60439. Además, para llevar a cabo esta prueba, es necesario un medidor de rigidez dieléctrica, instrumento que no figura en el equipamiento exigido al instalador por el REBT.

2.2.6. Medida de las corrientes de fuga

La ITC-BT 19 establece que el valor de las corrientes de fuga no debe ser superior a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados.

Las corrientes de fuga son habituales en muchos receptores, sobre todo electrónicos, que en condiciones normales derivan una cierta intensidad hacia el conductor de protección, pudiendo ocurrir que, sin la existencia de defecto en la instalación, se produjera el disparo de su interruptor diferencial.



Figura 12.7. Medidor de fuga (FLUKE).

Para la medida de corriente de fuga se necesita una pinza amperimétrica que sea capaz de medir con precisión corrientes muy pequeñas, del orden de mA. La medida se efectúa en los cuadros de distribución abrazando todos los conductores activos (fase y neutro), de tal forma que si la diferencia entre la corriente entrante y saliente no es nula, el medidor indicará dicha diferencia que será, precisamente, la corriente de fuga.

Esta medida se puede realizar también abrazando únicamente el conductor de protección. El medidor indicará igualmente la corriente de fuga.

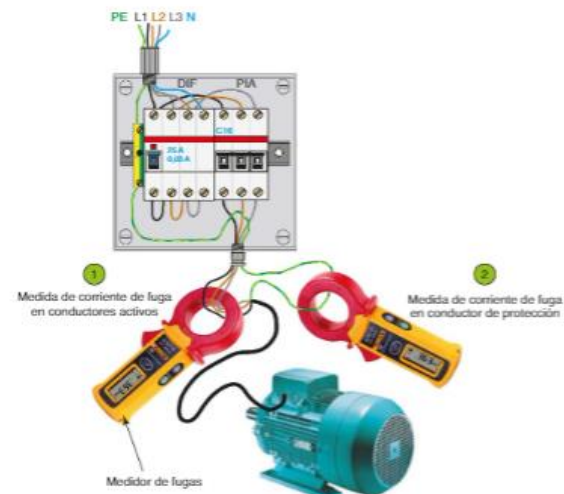


Figura 12.8. Medida de la corriente de fugas.

2.2.7. Comprobación de la intensidad de disparo de los diferenciales (ID)

El ID debe tener una respuesta lo suficientemente rápida como para evitar que la corriente de contacto pueda provocar un choque eléctrico lesivo. Por tanto, no es suficiente verificar mecánicamente el interruptor diferencial, sino que es necesario realizar el ensayo contemplando el tiempo de disparo. Para realizar esta prueba, se requiere según el REBT un instrumento con la capacidad de verificar la característica «Intensidad-Tiempo» del ID.

Para hacer la prueba, se utiliza un comprobador específico que se conecta a cualquier base de enchufe, estando la instalación en servicio. Cuando se dispara el diferencial, el comprobador mide el tiempo que tardó en disparar desde el instante en que se inyectó la corriente. Además, la prueba debe realizarse con corrientes de defecto que comienzan en la semionda positiva y con corrientes de defecto que comienzan en la semionda negativa, ya que los ID responden con distinta celeridad en función de la fase de la corriente de defecto.



Figura 12.9. Comprobador de diferenciales (KYORITSU).

Recuerda

La misión del ID consiste en controlar la diferencia de corriente entre los conductores de fase y neutro. En caso de ser esta corriente diferencial superior a la sensibilidad del ID, este será capaz de interrumpir la alimentación para eliminar el posible choque eléctrico en un tiempo determinado.



Figura 12.10. Medidor de bucle (KYORITSU).



Figura 12.11. Medidor de secuencia de fases (FLUKE) e indicador de sentido de fases (KYORITSU).

2.2.8. Medida de la resistencia de bucle

El circuito eléctrico definido por un bucle de protección depende del tipo de sistema de distribución que alimenta la instalación (sistemas TT, TN-C, TN-S e IT).

En cualquiera de ellos, el medidor se conecta a cualquier enchufe de la instalación que tenga toma de tierra. En el caso de los sistemas TT, la medida de la impedancia de bucle es:

$$RB = R_{\text{instalación}} + R_{\text{Ltransf.}} + R_{\text{Lcableado-transf.}} + R_{\text{conductor-fase}}$$

Como el valor de $R_{\text{instalación}}$ es muy superior al resto, se utiliza la aproximación siguiente:

$$RB \approx R_{\text{instalación}}$$

Por tanto, esta medida proporciona la resistencia de tierra, siendo recomendable cuando no se pueda emplear el telurómetro.

Estos medidores inyectan una corriente en el bucle que puede provocar el disparo de los diferenciales. En ese caso, se debe proceder a puentearlos, si bien existen medidores que poseen la tecnología adecuada para que esto no sea necesario.

Según el REBT, los valores óptimos de resistencia de bucle de tierra son similares a los estipulados para la resistencia de puesta a tierra.

Comprobación de la secuencia de fases

Este ensayo es fundamental siempre que deban conectarse motores trifásicos, ya que una conexión incorrecta puede producir una rotación inversa, dañando así el equipo que funciona con el motor. El comprobador de secuencia de fases es un aparato específico que cuenta con 3 puntas de prueba que se conectan a la tensión trifásica indicando, además, el sentido de rotación de cualquier motor trifásico conectado.

3. Mantenimiento preventivo

En esta fase, el REBT contempla una serie de inspecciones periódicas con carácter obligatorio cada 5 años en las instalaciones relacionadas en la tabla 12.1.

Igualmente, establece inspecciones con carácter periódico cada 10 años en instalaciones comunes de edificios con potencia total instalada de 100 kW. Anualmente, también se medirá la resistencia de tierra de todas las instalaciones.

Junto a estas inspecciones de carácter obligatorio, el usuario debe establecer una serie de medidas de carácter preventivo que garanticen un eficaz funcionamiento de la instalación:

- Mensualmente, es aconsejable activar el pulsador de test de los diferenciales para comprobar su respuesta, así como el funcionamiento del alumbrado de emergencia.
- Para motores eléctricos sometidos a ciclos de trabajo muy exigentes, es aconsejable medir su resistencia de aislamiento cada 4000 horas de trabajo.
- En las grandes superficies, las lámparas de descarga se sustituyen al final de su vida útil, ya que la depreciación del flujo luminoso hace que no sean rentables.

Mantenimiento eléctrico

- En instalaciones industriales donde se distribuyen elevadas cargas, se deben efectuar periódicamente barridos termográficos a los equipos, cuadros y puntos de conexión existentes. Esta medida es fundamental para evitar interrupciones en la producción, para aumentar la vida de los equipos (un incremento de su temperatura de trabajo del 10% disminuye su vida útil en un 50%), así como para detectar defectos en equipos que podrían ser cubiertos por la garantía del fabricante.

- La corrosión galvánica es un proceso electroquímico en el que un metal se corroe cuando está en contacto eléctrico con un metal diferente y ambos metales se encuentran en un medio mojado o húmedo, lo cual ocasiona una diferencia de potencial y da lugar a que se forme una pila galvánica en la que el ánodo (potencial más negativo) se corroe.

Una unión de cobre-aluminio puede conllevar estos problemas de corrosión si no se toman medidas preventivas. El aluminio es el ánodo en la celda galvánica que se forma cuando entra en contacto con el cobre y, por lo tanto, es el material que sufre la corrosión. Para solucionarlo, se debe recurrir a la utilización de bornes de conexión bimetálicos.

Conexión del conductor de tierra al borne del neutro en un diferencial tetrapolar de protección de una línea trifásica sin neutro.



Figura 12.12. Dado que no existen diferencias tripolares, en líneas trifásicas sin neutro se conecta el conductor de protección en el borne de neutro solamente para que funcione el pulsador de test.



Figura 12.13. Diferencial quemado por falta de protección.

Vocabulary

Los equipos de medida:

- Polímetro: multimeter.
- Pinza amperimétrica: clamp meter.
- Medidor de resistencia de tierra: earth ground resistance meter.
- Medidor de secuencia de fases: phase rotation indicator.
- Medidor de corriente de fuga: leakage current tester.



Mantenimiento preventivo

Es importante realizar un mantenimiento predictivo y/o preventivo de las instalaciones eléctricas para prevenir desastres en ciudades provocados por incendios dado que un buen número de los mismos son provocados por defectos en el cableado o aparataje eléctrica o bien por sobrecargas y cortocircuitos en la red eléctrica.

Actividades

1. El esquema de la figura representa una supuesta ruptura del conductor neutro de una línea de alimentación trifásica.

Se pide dibujar sobre el esquema la trayectoria que seguiría la corriente, sabiendo que los receptores conectados cuando se produjo la avería eran los siguientes:

- L1 y Neutro: 4 lámparas de 60 W/230 V.
- L2 y Neutro: 2 cámaras frigoríficas 400 W/230 V.
- L3 y Neutro: ninguna carga conectada.

Responde las siguientes cuestiones:

- a) Indica qué receptores sufren sobretensión y cuál de ellos bajada de tensión.
- b) ¿Existe algún dispositivo de protección contra este tipo de sobretensión? ¿Dónde se conectaría?

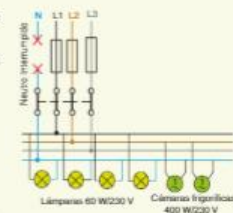


Figura 12.14. Instalación eléctrica con interrupción del neutro.

4. Mantenimiento correctivo. Averías tipo

Síntoma	Avería	Solución
Disparo del diferencial	Derivación en algún punto de la canalización (posiblemente causado por humedad)	Identificar la canalización y sustituirla o repararla
	Contacto directo (fig. 7.1)	Revisar aislamiento y alejamiento de las partes activas y evitar posible imprudencia del personal
	Contacto indirecto (fig. 7.1)	Revisar puesta a tierra de la instalación
Disparo simultáneo de 2 diferenciales	Mala selectividad de los diferenciales (fig. 7.28)	Sustituir el diferencial aguas arriba por uno de tipo «S»
Diferencial sobrecalentado o quemado (fig. 12.13)	Falsean sus conexiones	Apretar bornes de conexión o sustituir el diferencial
	No protegida su intensidad nominal (fig. 4.12)	Cambiar el diferencial por otro de mayor calibre o aumentar el calibre del IGA
Disparo del magnetotérmico/fusible de un circuito	Sobrecarga (fig. 7.3)	Desconectar receptores del circuito o subir el calibre de la protección (cambiando la sección correspondiente)
	Cortocircuito (fig. 7.3)	Dar formación al personal o reparar el receptor
Disparo simultáneo de 2 magnetotérmicos y/o fusibles	Mala selectividad (fig. 7.27)	Sustituir el dispositivo aguas arriba por otro de curva de disparo más lenta
Puentes de un cuadro sobrecalentados o quemados	No protegida su intensidad admisible	Sustituir los puentes por otros de mayor sección o bajar el calibre del IGA si es posible
Disparo del IGA	Calibre inadecuado en función de la simultaneidad	Sustituir el IGA por otro de mayor calibre, siempre y cuando diferenciales y puentes sigan protegidos
	Si el suministro es trifásico, desequilibrio de cargas (fig. 10.10)	Repartir las cargas proporcionalmente entre las 3 fases
En instalaciones trifásicas sin haber disparado ninguna protección en el cuadro, algunos puntos de utilización no funcionan y otros sí	Interrupción de una fase por salto de fusible en la CGP	Sustituir el fusible por otro de calibre superior si lo permite la LGA
	Interrupción de una fase por corrosión galvánica	Sustituir la conexión por un conector con recubrimiento bimetálico
En una instalación monofásica, no hay suministro en la instalación sin haber disparado ninguna protección en el cuadro	Interrupción de una fase por salto de fusible en la CGP	Sustituir el fusible por otro de calibre superior si lo permite la LGA
	Interrupción de un conductor por corrosión galvánica	Sustituir la conexión por un conector con recubrimiento bimetálico
Puntos de alumbrado con luminosidad anormalmente baja o alta y receptores averiados	Interrupción del neutro del suministro trifásico por maniobra incorrecta	Dar formación al personal
	Interrupción del neutro por corrosión galvánica	Sustituir la conexión por un conector con recubrimiento bimetálico
Un motor trifásico emite un ruido anormalmente alto	Interrupción de una de sus fases	Comprobar fusibles y conexiones
Un motor monofásico o trifásico emite un ruido anormalmente alto	Alta caída de tensión en su línea de alimentación	Comprobar tensión en bornes del motor con todas las restantes cargas conectadas para verificar la avería. Si baja por debajo del 20 %, cambiar sección y protección de dicha línea

Tabla 12.3.

5. Mantenimiento mediante termografía

Un elevado número de los incendios no provocados son debidos a los defectos o sobrecargas en las instalaciones eléctricas. Una temperatura correcta de trabajo es fundamental en las instalaciones eléctricas; por eso, la termografía es una técnica imprescindible en el mantenimiento de dichas instalaciones, al poder comprobar el estado de las mismas sin la desconexión o parada de los equipos.

La realización de termografía infrarroja en las instalaciones eléctricas posibilita la reducción de riesgos de incendio a causa de la instalación. Esta técnica permite, a distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar con precisión temperaturas de superficie.

El dispositivo utilizado para capturar las imágenes térmicas es la cámara termográfica, la cual genera la imagen de un espectro de colores en el que cada uno, según una escala determinada, representa una temperatura determinada, de manera que la temperatura medida más elevada aparece en color blanco.

La termografía puede evaluar:

- Sobrecalentamiento en los conductores.
- Sobrecalentamientos por conexiones defectuosas (flojas, oxidadas, etc.).
- Desequilibrio de fases y detección de circuitos sobrecargados.
- Realización de históricos de equipos transformadores.
- Inspecciones en líneas de AT y BT y transformadores.



Figura 12.15. Cámara termográfica (FLUKE).

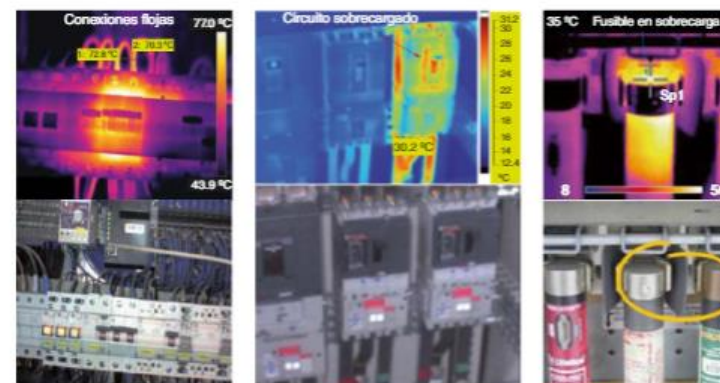


Figura 12.16. Distintas pruebas con termografía en instalaciones eléctricas.

Como podemos apreciar en la figura, gracias a las cámaras termográficas, se ha podido detectar:

- Conexiones flojas en uno de los interruptores automáticos.
- Un calentamiento en un interruptor automático que refleja como todo un circuito se encuentra en sobrecarga.
- Un desequilibrio de fases en un sistema trifásico (uno de los fusibles de protección de la línea está sobrecargado respecto de los otros).

PRÁCTICA PROFESIONAL RESUELTA

Equipos de medida

- Un polímetro
- Un medidor de aislamiento (Megger)
- Un comprobador de diferenciales
- Un medidor de impedancia de bucle
- Una pinza de medición de fugas

Nota: la carencia de alguno de los aparatos de medida solo impide la realización del ensayo correspondiente

Material

- Para el cuadro de distribución: un interruptor automático 4×25 A, un diferencial 4×25 A/30 mA, un interruptor automático 2×16 A, dos interruptores automáticos 3×10 A y un interruptor automático 1×10 A
- Seis lámparas de 60 W
- Una resistencia bobinada de $5,7 \text{ k}\Omega/10 \text{ W}$ y otra de $8 \text{ k}\Omega/10 \text{ W}$
- Dos tomas de corriente de 16 A 2p+T
- Motor de 0,5 CV (o similar)
- Caja de registro, tubos, cable, abrazaderas, bornas de conexión, etc.

- Comprobación de la intensidad de disparo del diferencial (Ensayo 5).
 - Medida de la impedancia de bucle (Ensayo 6).
 - Disparo del diferencial por derivación a tierra en la canalización (Avería 2).
- C3: Circuito trifásico que alimenta un motor trifásico protegido mediante un automático 3×10 A (para las fases). En este circuito, se realizarán los siguientes ensayos y averías:
- Medida de la corriente de fuga (Ensayo 1a y 1b).
 - Medida de la resistencia de aislamiento del motor (Ensayo 2).
 - Disparo del diferencial por derivación a masa en el motor (Avería 3).
 - Sobrecarga en el motor por interrupción de una fase (Avería 4).

Montaje de un entrenador de averías y ensayos

Objetivo

Realizar el montaje de un cuadro de distribución con suministro 230/400 V que alimente a 3 circuitos. En él se realizarán las verificaciones iniciales para la puesta en servicio de una instalación y se simularán diferentes averías.

Precauciones

- La prueba de la Avería 1 se debe realizar con brevedad debido al riesgo que existe de fundir alguna lámpara.
- La prueba de la Avería 4 debe realizarse también con brevedad, pues se corre el riesgo de que el motor se queme. Así mismo, se debe tener especial precaución de no tocar el conductor de la fase que se ha desconectado, debido a que este queda bajo tensión de retorno desde el motor.

Desarrollo

El cuadro se compone de IGA, diferencial general y 3 interruptores automáticos, que alimentan a los siguientes circuitos:

C1: Circuito trifásico que alimenta 6 lámparas en montaje equilibrado protegido mediante un automático 3×10 A (para las fases) y un automático 1×10 A (para el neutro). En este circuito, se realizará la interrupción del neutro y el desequilibrio de la carga (Avería 1).

C2: Circuito monofásico que alimenta dos tomas protegido mediante un automático 2×16 A. En él, se realizarán los siguientes ensayos y averías:

- Medida de la continuidad del conductor de protección (Ensayo 1).
- Medida de la resistencia de aislamiento entre conductores activos (Ensayo 2).
- Medida de la resistencia de aislamiento entre conductores activos y conductor de protección (Ensayo 3).
- Medida de la resistencia de aislamiento de suelo y pared (Ensayo 4).

1. Dibuja el esquema unifilar del cuadro general de mando y protección.

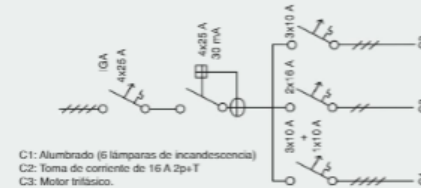


Figura 12.17. Esquema unifilar del CGMP.

2. Realiza el montaje sobre el panel de pruebas del entrenador, tal como muestra la figura.

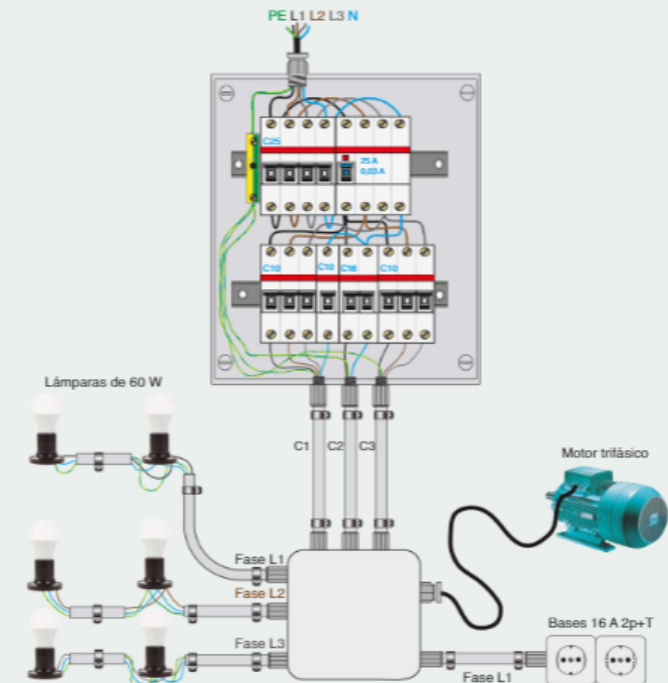


Figura 12.18. Esquema de montaje del entrenador de averías.

PRÁCTICA PROFESIONAL RESUELTA

continuación

3. Realiza los ensayos que refleja la figura sobre el circuito C2 y completa la tabla de resultados.

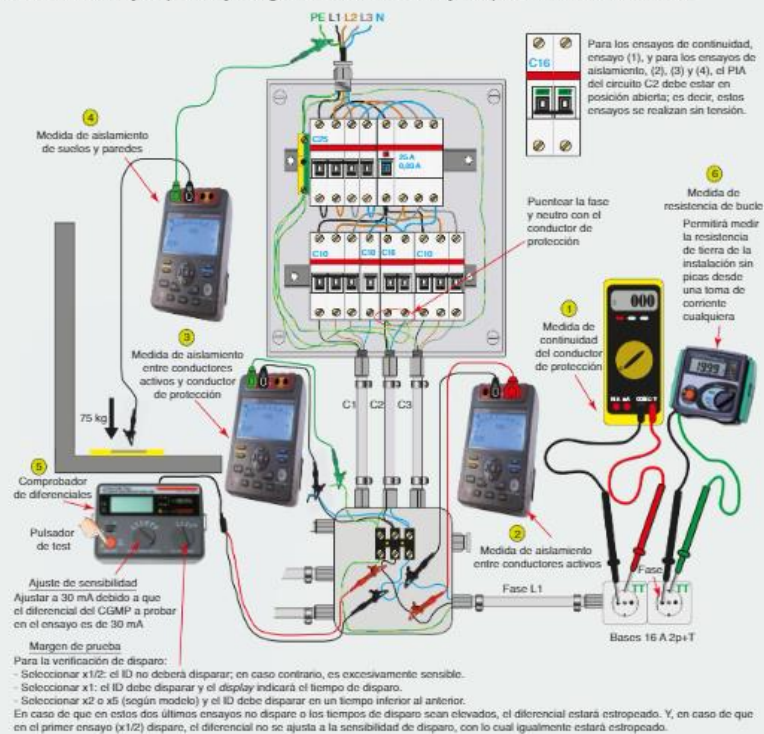


Figura 12.19. Ensayos para el circuito.

Nº	Ensayo	Medida	Nº	Ensayo	Medida
1	Continuidad del conductor de protección	***** ⁽¹⁾	4	Aislamiento de suelos y paredes	***** MΩ
2	Aislamiento entre conductores activos	***** MΩ	5	Intensidad de disparo de diferenciales	***** ⁽⁵⁾
3	Aislamiento entre cond. activos y PE	***** MΩ	6	Resistencia de bucle	***** MΩ

(1) Indica SI o NO hay continuidad. (2) Indica SI en caso de dispararse el diferencial, reflejando los tiempos de disparo. En caso contrario, indica NO. Si el diferencial dispara en el ajuste de x1/2, indica «DIF Sensible».

Tabla 12.4. Resultados obtenidos en los ensayos realizados en el circuito C2.

4. Realiza los ensayos que refleja la figura sobre el circuito C3 y completa la tabla de resultados.

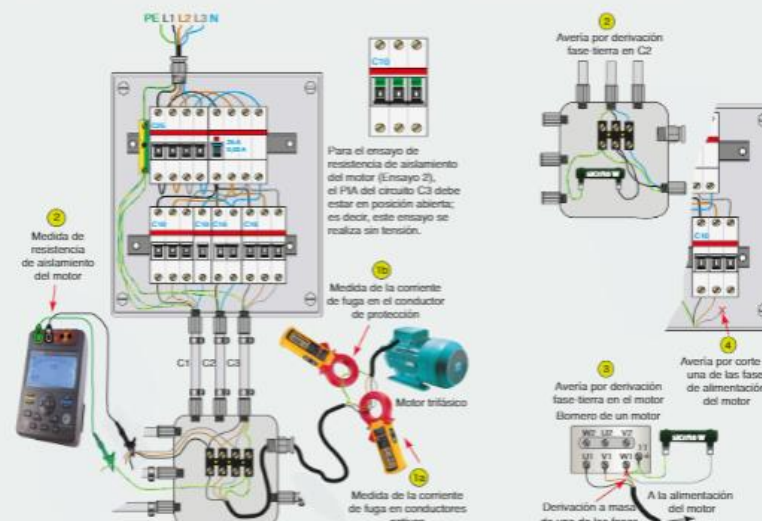


Figura 12.20. Ensayos para el circuito C3.

Nº	Ensayo	Medida
1	Medida de corriente de fuga	***** mA/ ***** mA
2	Medida de resistencia de aislamiento	***** MΩ

5. Con la instalación funcionando con normalidad, realiza la simulación de las siguientes averías:

- Avería 1: en el circuito C1, aloja una de las 6 lámparas y, a continuación, baja el PIA unipolar para simular una interrupción del neutro, mide las tensiones de cada lámpara y comprueba su funcionamiento.
- Avería 2 (figura 12.21): corta el suministro a C2 y realiza en la caja de registro una derivación fase-tierra a través de la resistencia de 5,7 kΩ/10 W. Restablece el suministro y acciona el automático de C2. Repítelo con una resistencia de 8 kΩ y mide con la pinza de fugas la derivación correspondiente.
- Avería 3 (figura 12.21): en el circuito C3, corta el suministro y realiza una derivación fase-tierra a través de la resistencia de 5,7 kΩ/10 W, en la placa de bornes del motor, restablece el suministro y acciona los automáticos para que esta avería solo afecte al circuito C3.
- Avería 4 (figura 12.21): en el circuito C3, corta el suministro y desconecta una de las fases del motor desde su PIA correspondiente, restablece el suministro y mide la intensidad de cada fase, comprobando su funcionamiento.

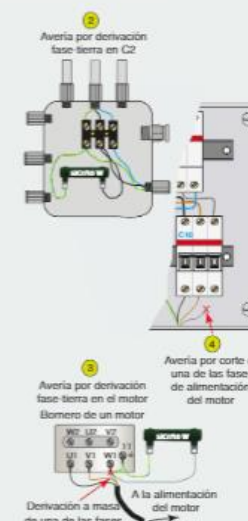


Figura 12.21. Detalle de averías.

EVALÚO MIS CONOCIMIENTOS

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

- Con una pinza de fugas, abrazamos los conductores activos que alimentan a un calefactor e indica 0 A. ¿Qué indica esta medida?
 - El calefactor está apagado.
 - Hay que abrazar un solo conductor para detectar la corriente de fugas.
 - No hay corriente de fugas.
- En la toma de corriente de 230 V de una instalación, al probar con el buscapolos en ambos bornes, se detecta tensión. ¿Qué indica esta prueba?
 - Mala conexión de la toma de corriente.
 - Suministro de la instalación 125/230 V.
 - Suministro de la instalación 230/400 V.
- Si, al revisar una instalación, el pulsador de test de un diferencial no provoca su disparo, significa que:
 - No hay defectos en la instalación.
 - Hay alguna derivación a tierra en la instalación.
 - El diferencial está defectuoso.
- ¿Quién es el responsable de realizar la verificación por examen antes de la puesta en servicio de una vivienda?
 - El instalador.
 - Las OCA.
 - La compañía suministradora.
- ¿Qué se produce en una conexión directa cobre-aluminio si no se utiliza algún dispositivo específico?
 - Se consume el cobre.
 - Se consume el aluminio.
 - Nada.
- ¿Existe algún método para medir la resistencia de tierra desde una toma de corriente?
 - No, solo con el telurómetro.
 - Sí, con la pinza de fugas midiendo sobre el conductor de protección.
 - Sí, con el medidor de resistencia de bucle.
- ¿Cuáles de estas instalaciones eléctricas necesitan una inspección inicial antes de su puesta en marcha?
 - Un edificio de viviendas de 80 kW.
 - Una gasolinera de 20 kW.
 - Una piscina de 8 kW.
- ¿A qué puede deberse un ruido anormal en el funcionamiento de un motor trifásico?
 - Se ha quedado en 2 fases.
 - Su tensión en bornes es muy baja.
 - Pueden ser las 2 causas.
- Para tensiones menores o iguales a 500 V (excepto para MBTS) la resistencia medida en un ensayo de aislamiento debe ser:
 - $\geq 0,5 \text{ M}\Omega$.
 - $\leq 0,5 \text{ M}\Omega$.
 - $\geq 1 \text{ M}\Omega$.
- Señala si las siguientes instalaciones necesitan una inspección antes de la puesta en marcha:

Instalación	Sí/No
Edificio de viviendas de 80 kW	*****
Restaurante de 20 kW	*****
Garaje de 20 plazas	*****
Quirófano de 15 kW	*****
Piscina de 12 kW	*****
Gasolinera de 23 kW	*****
Chalet de 20 kW	*****

EVALÚO MI APRENDIZAJE

- ¿Cuál sería la resistencia de aislamiento mínima de una línea trifásica 230/400 V que alimenta una bomba de sondeo a través de una línea subterránea de 280 m?

Representa el esquema de la medida a realizar desde el automático que alimenta dicha línea para comprobar dicha resistencia entre conductores activos y entre conductores activos y tierra.
- Dado que la resistencia de tierra máxima para los distintos tipos de instalaciones son fijadas por la administración competente, siendo actualmente un valor no superior a 40Ω , calcula la resistencia de tierra requerida para locales secos y conductores, en función de los diferenciales empleados, y contrasta los resultados explicando a qué se debe una diferencia tan sustancial.

Local	30 mA	300 mA
Local seco $V_c = 50 \text{ V}$	*****	*****
Local húmedo $V_c = 24 \text{ V}$	*****	*****

- En la instalación de una vivienda de grado elevado con 5 circuitos y bomba de calor (C1, C2, C3, C4, C5, C9), se producen disparos aleatorios de un diferencial que, una vez rearmado, no vuelve a saltar hasta pasado un tiempo. Dichos disparos del diferencial ocasionan un trastorno que afecta a varias partes de la vivienda. Dada la dificultad para detectar la avería debido a su intermitencia, y siendo el esquema unifilar de la vivienda el siguiente, indica el procedimiento a seguir y representa un nuevo esquema con el objeto de identificar el circuito afectado. Compara tu solución con la de tu compañero o compañera de al lado. ¿Habéis seguido el mismo procedimiento? ¿En qué se diferencian?

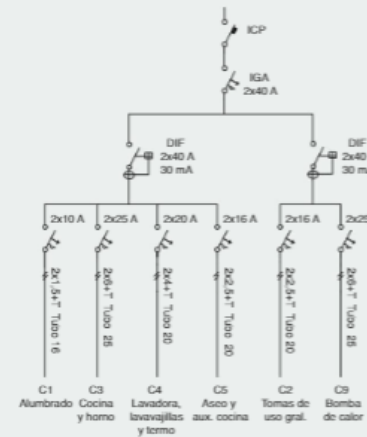


Figura T2.22. Esquema unifilar del CGMP de la vivienda.



Chasis metálico

El buscapolos únicamente debe indicar tensión en la fase; ahora bien, si al conectar el buscapolos a una parte metálica este detecta tensión, quiere decir que el receptor presenta una pequeña derivación a masa, lo cual hace que este sea una herramienta esencial, no solo para la detección de tensión sino también para la detección de averías.

Figura T2.23. Utilización del buscapolos para la búsqueda de derivaciones a masa.

Nota: como existen pequeños defectos de aislamiento que solo se hacen acusados cuando el receptor lleva un periodo largo de funcionamiento, sería aconsejable buscar con el buscapolos en las diferentes masas de la instalación una pequeña derivación, pues posiblemente sería el receptor afectado.

EVALÚO MI APRENDIZAJE

4. En el esquema de la figura 12.24:

Representa la trayectoria de la corriente inyectada por un medidor de resistencia de bucle conectado en una toma de corriente monofásica de una instalación. Dicha toma es alimentada por una red trifásica 230/400 V con sistema TT. Responde, además, las siguientes cuestiones:

- Si el medidor nos indica una resistencia de 24Ω , ¿qué podemos deducir?
- ¿Cómo deben ponerse IGA y diferencial para realizar esta medida?

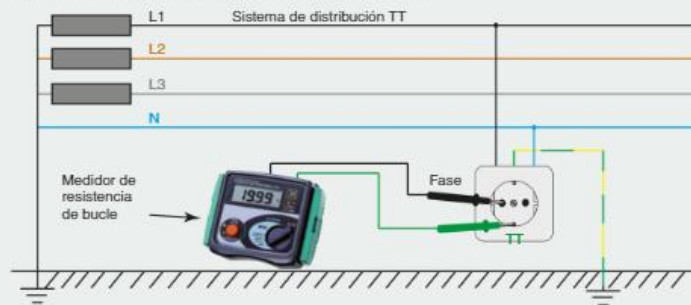


Figura 12.24. Medida de resistencia de bucle a través de una toma de corriente.

5. Representa el esquema eléctrico para medir la continuidad del conductor de protección desde el cuadro general de mando y protección de una vivienda. Compara tu esquema con el de tu compañero o compañera de al lado. ¿Hay una única solución para este ejercicio?

6. UTILIZA LAS TIC. A través del buscador web, entra en la página de FLUKE y busca información sobre los siguientes equipos de medida:

1. Comprobador de resistencia de tierra.
2. Pinza amperimétrica para la medida de resistencia de tierra.
3. Pinza amperimétrica de corriente de fuga.
4. Comprobador de resistencia de aislamiento.
5. Comprobador de tensión y continuidad.
6. Cámara termográfica.



Figura 12.25. Diferentes equipos de medida.

ORGANIZO MIS IDEAS

